NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

La Station Météorologique Automatique et ses applications dans les pays en voie de développement

par A. PERLAT

1. L'intérêt de la Météorologie pour la mise en valeur des pays en voie de développement n'est plus à démontrer. D'autres que moi ont souligné l'intérêt de l'assistance météorologique dans de nombreux domaines de l'activité d'une nation :

navigation aérienne et maritime

préparation rationnelle de certains grands travaux grâce :

- à la connaissance du régime des pluies pour la détermination de l'emplacement des barrages, ou pour celle des périodes de navigabilité des rivières (transports de bois par exemple)

- à la connaissance du régime des vents, les précipitations, de la température, pour la préparation des plans d'urbanisme (régions à inondations notamment)

- aux études climatologiques qui permettent d'envisager l'implantation de nouvelles cultures, de connaître les possibilités d'utilisation de l'énergie solaire et éolienne.

La prévision du temps est utile pour l'exploitation des industries, pour l'agriculture, l'exploitation forestière, la pêche, l'élevage, les transports etc...et, d'une façon générale, pour toutes les activités soumises aux fluctuations atmosphériques, ainsi que pour la sauvegarde des vies humaines dans le cas des tempêtes et des cyclones.

Une importance particulière de la Météorologie est la lutte contre la faim, par la prise en considération des conditions météorologiques favorables ou défavorables pour la préparation des terrains (assèchement ou irrigation), lutte contre les ennemis des cultures (lutte anti-acridienne) et contre certaines maladies dont le déclenchement ou l'évolution sont liés aux facteurs météorologiques.

La connaissance passée, présente ou future de l'état de l'atmosphère est obtenue à partir de l'observation dans un réseau de stations dont la densité est en principe suffisante pour obtenir par "échantillonnage" une image synoptique du temps, d'un certain nombre de données : valeurs au sol et en altitude et variation dans le temps de la pression, de la température et de l'humidité de l'air, du vent; quantité, hauteur, nature, direction et vitesse des nuages; insolation; visibilité; précipitations sous toutes leurs formes (eau, neige, grêle); phénomènes accidentels (orages, tempêtes de sable, etc.) ainsi que la température superficielle du sol ou de la mer.

La détermination rationnelle de la densité nécessaire des mesures est un problème difficile dont l'étude confiée par l'Organisation Météorologique Mondiale (O.M.M.) à un groupe d'experts est en cours. D'après l'expérience acquise dans le tracé des cartes du temps, l'OMM recommande l'établissement d'une station tous les 100 à 150 kilomètres pour les besoins internationaux. A ce réseau de stations, il faut ajouter celui qui est nécessaire pour les besoins spéciaux ou nationaux, stations climatologiques, stations de montagne etc., composé en partie de postes auxiliaires, où des observations réduites sont faites par du personnel non spécialiste qui a reçu une instruction donnée par des météorologistes (ex: usine hydro-électrique, gendarmeries).

Le réseau d'observations météorologiques doit s'étendre aux régions désertiques ou peu accessibles. Il doit fonctionner en permanence même si on ne peut

affecter qu'un personnel réduit dans certaines stations. Pour cette raison, ont été construites des Stations Météorologiques automatiques capables, sans l'intervention d'aucune personne, de transmettre à distance, à heure fixe, par radio télégraphie ou par fil, sinon une observation complète, du moins des renseignements susceptibles d'être mesurés.

Les premiers équipements de ce type furent utilisés pendant la deuxième guerre mondiale. C'est en effet pendant cette période que les Russes installèrent les premières stations automatiques terrestres dans le désert de GOBI et que les Allemands exploitèrent des bouées automatiques dérivantes qui leur fournirent des indications sur les conditions météorologiques régnant sur l'Océan Atlantique, la Mer du Nord et la Manche.

Plusieurs pays se sont intéressés depuis, à ce problème et actuellement plusieurs réalisations sont exploitées couramment.

2. L'idéal serait évidemment de recevoir à partir d'une station automatique toutes les données qui figurent dans une observation complète du temps. Mais une difficulté intervient, car pour certaines de ces données, il n'existe pas d'éléments sensibles. La pression, la température, l'humidité relative, la vitesse et la direction du vent, la quantité d'eau tombée depuis un certain temps, la pluie à l'instant de l'observation, sont des données dont la télé-mesure ne souffre pas de difficultés car on possède des éléments sensibles dont les mouvements peuvent au moyen de leviers et d'aiguilles être traduits en signaux par un dispositif de télémesure. On peut envisager une transmission de la nébulosité en utilisant un héliographe, les indications d'une cellule photoélectrique, ou peut-être des détecteurs utilisant le rayonnement infrarouge émis par les nuages. La présence d'un orage dans les environs de la station, au temps présent ou au temps passé, peut-être indiquée par un indicateur d'orage. Mais la visibilité, le plafond et la nature des nuages, celle des précipitations, semblent plus difficile à transmettre par un équipement abandonné à lui-même, sans surveillance.

La technique permet d'obtenir une mesure automatique de la visibilité ou de la hauteur des nuages; de nombreux appareils donnant ces informations, à la fois par la lecture d'un cadran et par enregistrement sont en service dans différents pays, mais ces appareils demandent un entretien et des réglages relativement fréquents, donc la présence de personnel, et la consommation de courant électrique nécessaire à leur fonctionnement est élevée.

Le problème de l'alimentation en énergie d'une station météorologique automatique est l'un des plus importants et les possibilités locales en énergie conditionnent le choix du type de station.

Les dispositifs d'alimentation utilisés dans les stations automatiques sont très divers. L'alimentation des stations alimentées par un réseau de distribution d'énergie électrique ne pose pas de problèmes particuliers et les dispositifs employés sont tout à fait analogues à ceux utilisés pour l'alimentation de tout autre appareillage électrique. Il n'en est pas de même pour les stations isolées pour lesquelles la durée maximale de fonctionnement sans visite reste le plus souvent subordonnée aux performances des dispositifs d'alimentation.

L'alimentation la plus simple qui puisse être envisagée pour ces stations comprend une batterie d'accumulateurs ou de piles sèches. A chaque visite de la station la batterie de piles sèches est remplacée, ou la batterie d'accumulateurs est rechargée au moyen d'un groupe électrogène mis en route par le technicien chargé de l'entretien de l'équipement. Ce système n'est valable que pour les stations transmettant peu d'information, au moyen d'un émetteur de faible puissance. Pour les stations plus importantes restant isolées plusieurs mois, les groupes électrogènes et les aérogénérateurs sont les sources d'énergie les plus couramment utilisées.

Pour limiter la charge de la batterie lorsque l'aérogénérateur fournit un excès d'énergie, plusieurs procédés ont été utilisés. Parmi ceux-ci on citera les dispositifs à relais de tension qui placent l'aérogénérateur hors circuit lorsque la tension aux bornes de la batterie atteint la tension de charge maximale. Ces dispositifs sont malheureusement d'un fonctionnement assez délicat et n'ont pas toujours donné entière satisfaction. On peut également interposer entre la batterie et l'aérogénérateur un compteur ampère-heure-métrique qui établit à tout instant le bilan charge-décharge de la batterie, en tenant compte du rendement de celle-ci. Lorsque la charge atteint sa valeur limite, l'aérogénérateur, comme dans le précédent système, est mis hors circuit.

Le compteur ampère-heure-métrique est également utilisé à couper la liaison station batterie lorsque la charge de celle-ci devient insuffisante.

Certains aérogénérateurs équipant les stations automatiques sont équipés d'un dispositif de protection contre les vents forts. Celui-ci comprend un système centrifuge qui déclenche un frein dès que la vitesse de rotation de l'hélice dépasse une limite fixée lors de l'installation de la station. Un réenclenchement manuel de ce frein est alors nécessaire pour la remise en fonctionnement de l'équipement.

L'URSS et la France utilisent couramment des stations automatiques alimentées par aérogénérateur.

L'énergie solaire peut également être envisagée comme source d'énergie susceptible d'alimenter les stations automatiques. L'expérience dans ce domaine reste cependant limitée et les informations sur ce sujet sont encore rares. On peut cependant citer l'utilisation à titre expérimental de piles solaires pour l'alimentation d'une bouée automatique des USA. Toujours aux USA une réalisation a été faite pour utiliser l'énergie atomique.

Quel que soit le mode d'alimentation adopté il est souhaitable que le système de télémesure utilisé donne une transmission d'une durée aussi courte que possible. En effet d'une part les stations automatiques seront normalement groupées en réseau et une seule station de concentration aura la charge de rassembler leurs indications. Pour conserver le caractère synoptique du réseau, il faudra donc concentrer cinq ou six stations en moins d'une demi-heure. Or, il est indispensable pour avoir une sécurité de transmission de faire répéter trois fois le message de la station et il est encore nécessaire de séparer d'une minute ou deux au moins l'heure d'émission de chaque station pour éviter l'emploi de plusieurs fréquences et de plusieurs récepteurs, dans le cas où les horloges de commandes se dérégleraient. D'autre part, plus la durée de fonctionnement de la station automatique sera réduite, plus sera faible la consommation d'énergie.

3. Plusieurs types de stations automatiques existent dans le monde réalisées en Allemagne, en France, aux USA, en URSS et au Japon. A titre d'exemple nous allons donner une description d'un modèle construit en France (par la Société Industrielle de Télécommande et Télémécanique transmettant à heure fixe (par exemple toutes les 3 heures) : indicatif de la station, pression atmosphérique, température, degré d'humidité, vitesse et direction du vent, quantité de pluie tombée depuis l'observation précédente, indication de présence de pluie au moment de la transmission. L'appareil peut être abandonné à lui-même pendant de longues périodes, de l'ordre de six mois; son alimentation et sa consommation ont donc été prévues en conséquence.

Les instruments météorologiques utilisés sont des enregistreurs classiques dont le tambour a été remplacé par un dispositif assurant la traduction en signaux électriques de la valeur indiquée. Chaque chiffre à transmettre est associé aux plots d'un collecteur; à l'instant de la lecture, un palpeur applique sur le collecteur le style de l'instrument dont le mouvement reste

libre entre deux lectures. Chaque plot du collecteur relie le relais de manipulation de l'émetteur radio à la batterie à travers un circuit constitué par un balai frottant sur une came. Cette came est découpée selon le signal Morse qui traduit le chiffre à transmettre par le plot associé. Le contact entre le style et le collecteur est assuré pendant la durée d'un tour complet des cames de manipulation. Les appareils dont la donnée est transmise avec deux chiffres significatifs (baromètre, thermomètre, hugremètre) sont associés à deux collecteurs fixes, l'un qui fournit le chiffre des dizaines, l'autre le chiffre des unités; l'échelonnement de ces chiffres au cours de la transmission est assuré par deux lignes de balais distinctes (l'une pour les dizaines, l'autre pour les unités) venant frotter sur les mêmes cames de manipulation.

Le pluviomètre et l'anémomètre sont associés chacun à un totalisateur, qui enregistre la somme des impulsions survenues au cours d'une période d'intégration déterminée (une par 65 tours du moulinet d'anémomètre et une par basculement des augets du pluviomètre).

Le totalisateur pluviométrique fait la somme de toutes les impulsions survenues entre deux émissions successives, c'est-à-dire au cours d'une période qui est normalement de 3 heures, tandis que le totalisateur d'anémomètre a pour période d'intégration les 10 minutes qui précèdent une émission. Cette période est simultanément utilisée par le pluviomètre pour fournir l'indication de pluviosité présente: si un basculement d'auget survient au cours des 10 minutes qui précèdent immédiatement l'émission, un signal spécial est transmis, un autre signal, indiquant l'absence de pluie, étant également transmis si aucun basculement n'a eu lieu au cours de cette période de 10 minutes.

La station automatique est alimentée par accumulateurs; elle ne nécessite donc aucune adduction permanente d'énergie, l'entretien se réduisant à la recharge des batteries (qui peut être effectuée automatiquement par génératrice éolienne ou par groupe électrogène à démarrage automatique). En outre, les indications diffusées à heure fixe par voie radioélectrique ne demandent aucun matériel de réception spécial et peuvent, au moyen d'un code très simple, être interprétées par un personnel peu spécialisé.

Un horo-contacteur commande la mise en marche de la station. Cet organe est le seul qui fonctionne en permanence; son alimentation est assurée par des piles d'une durée de marche supérieure à un an.

Les ondes radioélectriques utilisées étant décamétriques, on sait que la propagation dans cette gamme présente des différences appréciables entre le jour et la nuit : la station renferme donc deux émetteurs, réglés sur deux fréquences différentes, de telle sorte que l'horocontacteur, qui définit le programme d'ensemble de la station, puisse actionner un émetteur différent selon l'heure de chaque émission.

Un moteur, actionnant un système de cames, assure la succession automatique des fonctions accomplies à chaque émission de la station, la commande initiale étant fournie par l'horocontacteur. Une émission occupe une période de 150 secondes, au cours de laquelle des signaux sont effectivement émis pendant 125 secondes. Les 50 premières secondes d'émission constituent la période d'appel, qui permet au correspondant de régler son récepteur sur l'indicatif fixe émis par la station; les 75 dernières secondes permettent la répétition à 3 reprises des résultats de mesure obtenus par les appareils météorologiques associés.

Les deux émetteurs radioélectriques, à ondes entretenues d'une puissance HF de 40 W couvrent l'un la gamme de 3 à 5 Mc/s (de 100 à 60 m de longueur d'onde); l'autre la gamme de 6 à 8 Mc/s de 50 à 37,5m).

Bien qu'il soit difficile de parler de portée limite en ondes pures décamétriques, l'expérience prouve que d'excellentes réceptions étaient couramment obtenues à des distances supérieures à 1.000 km.

Environ 30 Stations automatiques de ce modèle (fabriqué en France par la SITT) sont en service ou en cours d'installation dans le monde: France, Espagne, Inde, Australie, Sahara, Madagascar, régions polaires).

4. Grâce aux équipements, tel que celui qui vient d'être décrit, ou à d'autres modèles, il est donc possible de réaliser un réseau d'observations météorologiques même si on ne dispose que d'un très faible effectif de personnel spécialisé. Ces équipements qui résolvent à la fois le problème du personnel et le problème de la transmission des renseignements semblent donc convenir particulièrement dans les pays en voie de développement. En effet dans ces pays, les circuits de télécommunication ne sont pas encore suffisamment développés, la formation de techniciens en nombre suffisant pour remplir les diverses tâches nécessaires au développement du pays peut demander un assez long délai. Par ailleurs, des équipements se prêtent à l'installation de stations dans des régions actuellement déshéritées encore peu ou pas habitées et dont on veut étudier la possibilité de peuplement et de mise en valeur.